

Отзыв научного руководителя

на диссертацию Нгуен Ле Хунг

«Напряженно-деформированное состояние цилиндрических оболочек с учетом пьезоэлектрического эффекта на основе уточненной теории», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.06 - «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры»

Нгуен Ле Хунг является выпускником кафедры «Системный анализ и управление» ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (МАИ), которую он окончил в 2013 году по специальности «Баллистика и гидроаэродинамика». После окончания института он работал ассистентом Государственного технического института имени Ле Куи Дона в Ханое – Социалистическая Республика Вьетнам. Затем Нгуен Ле Хунг продолжил свое обучение в очной целевой аспирантуре на кафедре 914 «Проектирование сложных технических систем» института № 9 «Общеинженерной подготовки» ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (МАИ). В ходе работы над диссертацией Нгуен Ле Хунг проявил себя исследователем, способным четко определить и сформулировать цели и задачи, анализировать полученные результаты, самостоятельно определять пути преодоления возникающих трудностей. При работе над диссертацией им был изучен большой объем литературных источников, посвященных проблеме расчета пластин и оболочек по классической и неклассической теориям.

Актуальность избранной темы

В настоящее время пьезоматериалы активно применяются в различных областях техники. В авиационной и космической отрасли пьезоматериалы используются в качестве сенсоров и актюаторов в корпусных элементах конструкций на адаптивных системах летательных аппаратов (ЛА) с целью повышения качества аэродинамики и эффективного управления их деформациями. Кроме того, для снижения массы и повышения прочности ЛА широко используются композиционные материалы. Сочетание пьезоэлектрических и композиционных материалов позволяет улучшить свойства современных ЛА как управляемых систем. Инженерные расчёты на прочность и долговечность элементов конструкции в виде оболочек базируются на

результатах классической теории типа Кирхгофа-Лява, Тимошенко-Рейсснера. При определении напряженно-деформированного состояния (НДС) вблизи зон искажения напряженного состояния, т.е. соединений, стыков, локального и быстро изменяющегося нагружения, а также элементов конструкций, выполненных из неоднородных материалов, классическая теория не дает удовлетворительного соответствия с практикой.

Поэтому разработка методов определения НДС цилиндрических оболочек с учетом пьезоэффекта, уточняющих результаты классической теории, представляет собой актуальную проблему.

В диссертационной работе получены следующие **новые результаты**:

- Впервые построена математическая модель для определения НДС произвольных оболочек с учетом пьезоэлектрического эффекта на основе представления компонентов перемещений и электрических потенциалов полиномами по нормальной к срединной поверхности координате и последующим применением вариационного принципа Лагранжа.

- Впервые построены система дифференциальных уравнений равновесия и соответствующие граничные условия в перемещениях и электрических потенциалах, а также сформулированы граничные условия для определения электромеханического состояния композиционных цилиндрических оболочек, основанные на трехмерных уравнениях теории упругости и законе электростатики Максвелла.

- С помощью аппарата операционного исчисления разработана методика расчета композиционной цилиндрической оболочки с краевыми условиями под действием различных видов механических нагрузок и электрических воздействий, что позволило вдвое сократить число произвольных постоянных интегрирования и существенно упростить аналитическое решение задачи.

- На основе уточненного метода расчетов НДС построены уравнения и граничные условия для исследования НДС многослойных цилиндрических оболочек при совместном действии термоэлектромеханического нагружения, дан анализ НДС композиционной цилиндрической оболочки для нескольких вариантов действия температурного нагрева и электрического поля.

Достоверность полученных результатов обеспечивается корректным использованием законов и уравнений механики деформируемого твердого тела в совместных задачах электроупругости, применением для решения краевых задач строгих математических методов, а также сравнением результатов расчета с

данными классической теории и других вариантов уточненной теории, опубликованными в журналах, цитируемых международными базами Web of Science и Scopus.

Практическую ценность диссертационной работы составляют

- Предлагаемые математические модели электромеханического состояния произвольных оболочек с учетом пьезоэлектрического эффекта, методы и алгоритмы расчета, позволяющие существенно уточнить электромеханическое состояние цилиндрических пьезоэлектрических оболочек в узких зонах искажения их НДС.

- Предложены математические модели, методы и алгоритмы расчета, позволяющие существенно уточнить НДС многослойных цилиндрических оболочек в краевых зонах при совместном действии термоэлектромеханических нагрузок.

- В проведении качественного и количественного анализа влияния вида нагружения, условий закрепления, геометрических параметров композиционных цилиндрических оболочек, пьезоэлектрических, диэлектрических и упругих свойств материала на их НДС.

- В доказательстве наличия НДС типа «погранслой» вблизи жестко заземленных краев, компоненты которых отличаются от аналогов, соответствующих классической теории, особенно в части поперечных нормальных и касательных напряжений.

- Результаты, полученные на основе теоретических и численных исследований, могут быть использованы на этапе проектирования при оценке прочности и долговечности конструкций расчетными и экспериментальными методами.


Содержание диссертации соответствует специальности 01.02.06 «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры».

Основные результаты, полученные в диссертационной работе, опубликованы в 15 научных работах, в том числе: 3 статьи в изданиях из Перечня ВАК РФ, 3 статьи в журналах из МБД Scopus и 9 тезисов докладов в материалах Международных конференций и симпозиумов.

Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, посвященной актуальной задаче. Диссертационная работа Нгуен Ле Хунг соответствует критериям, установленным Положением ВАК о порядке присуждения ученых степеней и званий.

Ее автор, Нгуен Ле Хунг, является сформировавшимся квалифицированным специалистом в области динамики, прочности машин, приборов и аппаратуры и заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.06.

Научный руководитель
Заслуженный работник высшей школы РФ,
д.т.н., профессор

 Фирсанов Вал.В.
31.01.22

Подпись Фирсанова Валерия Васильевича заверяю.

Директор дирекции института
«Общеинженерной подготовки», д.ф.-м.наук,
профессор



Рабинский Л.Н.